

PAT-NO: JP363080540A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63080540 A  
TITLE: PLASMA APPARATUS

PUBN-DATE: April 11, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
------	---------

MATSUO, SEITARO	
-----------------	--

TAWARA, AKIHIRO	
-----------------	--

NAKAYAMA, SATORU	
------------------	--

NAKAMURA, SEIICHI	
-------------------	--

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
------	---------

SUMITOMO METAL IND LTD	N/A
------------------------	-----

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP	N/A
-----------------------------	-----

APPL-NO: JP61226577

APPL-DATE: September 24, 1986

INT-CL (IPC): H01L021/31 , H01L021/205 , H01L021/302

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the plasma generating efficiency for improving the manufacturing efficiency and to ensure stable operation for a plasma apparatus independently from types of film to be deposited, by providing the plasma apparatus with a plasma generating chamber having a structure serving as a cavity resonator with respect to microwave power introduced thereinto and by adapting the plasma apparatus such that the microwave source can be driven either continuously with constant-voltage direct current or intermittently at a frequency higher than a commercial frequency by switching power supplies.

CONSTITUTION: A plasma apparatus according to the invention comprises a first power supply 183 for driving a microwave source 11 intermittently at a frequency higher than a commercial frequency, a second DC power supply 181 for driving microwaves continuously and switching devices 19a and 19b for switching over the first and second power supplies and connecting one of them to the microwave source. A plasma generating chamber 1 has a structure serving as a cavity resonator with respect to microwave power introduced into the chamber. Therefore, resonance is caused by driving the microwave source 11 and introducing microwaves into the chamber. If the microwave source is driven intermittently, the plasma generating chamber 1 functions as a cavity resonator according to its original design and provides a high plasma generating efficiency. As a result, a high film deposition rate and a high etching rate can be obtained. In the case of forming an amorphous silicon film, however, the microwave source 11 is driven continuously by the second power supply 181 since generated plasma is instable.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-80540

⑤ Int. Cl.

H 01 L 21/31  
21/205  
21/302

識別記号

庁内整理番号

6708-5F  
7739-5F  
B-8223-5F

④ 公開 昭和63年(1988)4月11日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 プラズマ装置

⑭ 特 願 昭61-226577

⑮ 出 願 昭61(1986)9月24日

⑯ 発 明 者 松 尾 誠 太 郎 神奈川県厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑰ 発 明 者 田 原 章 博 大阪府大阪市此花区島屋5丁目1番109号 住友金属工業株式会社製鋼所内

⑱ 発 明 者 中 山 了 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社総合技術研究所内

㉑ 発 明 者 中 村 誠 一 兵庫県尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社総合技術研究所内

㉒ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉓ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉔ 代 理 人 弁理士 河野 登夫

## 明 細 書

1. 発明の名称 プラズマ装置

2. 特許請求の範囲

1. マイクロ波発生源を駆動して発せしめたマイクロ波をプラズマ生成室に導いて電子サイクロトロン共鳴によりプラズマを生成すべくしたプラズマ装置において、それに導かれるマイクロ波電力に対して空洞共振器構造を有するプラズマ生成室と、商用周波数以上の周波数にてマイクロ波源を断続駆動する第1電源と、直流にてマイクロ波を連続駆動する第2電源と、第1、第2電源を切換えてマイクロ波源と接続する切換装置とを具備することを特徴とするプラズマ装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体装置の製造のためのCVD(Chemical Vapor Deposition)装置、エッチング装置、スパッタリング装置等として用いられる電子サイクロトロン共鳴を利用したプラズマ装置に関するもの

である。

(従来技術)

電子サイクロトロン共鳴を利用したプラズマ装置は低ガス圧で活性度の高いプラズマを生成出来、イオンエネルギーの広範囲な選択が可能であり、また大きなイオン電流がとれ、イオン流の指向性、均一性に優れるなどの利点があり、高集積度半導体装置の製造に欠せぬものとしてその研究、開発が進められている。

第1図はプラズマCVD装置として構成した電子サイクロトロン共鳴利用のプラズマ装置の縦断面図であり、1はプラズマ生成室を示している。プラズマ生成室1は周囲壁を2重構造にして冷却水の通流室13を備え、また一側壁中央には石英ガラス板6にて封止したマイクロ波導入口1aを、更に前記一側壁と対向する他側壁中央には前記マイクロ波導入口1aと対向する位置にプラズマ引出口1bを夫々備えており、前記マイクロ波導入口1aには導波管7の一端が接続され、またプラズマ引出口1bに臨ませて反応室2を配設し、更に周囲にはプ

ラズマ生成室1及びこれに接続した導波管7の一端部にわたってこれらを囲繞する態様でこれらと同心状に励磁コイル4を配設してある。

導波管7の中途には整合器8、マイクロ波電力モニター9、アイソレータ10を有し、他端部はマグネトロン等のマイクロ波源11に接続されており、また反応室2内にはプラズマ引出口1bと対向させて半導体ウエーハ等である試料15用の載置台16が設置され、反応室2の載置台16の裏側に臨む壁には排気系に連なる排気口17を開口せしめてある。

その他18はマイクロ波源11の電源、13,14は原料ガスをプラズマ生成室1及び反応室2夫々に導入する給気管である。

而してこのようなプラズマCVD装置にあっては、載置台16上に試料15を載置しておき、プラズマ生成室1内に給気管13を通じてガスを導入する一方、励磁コイル4に直流電圧を印加すると共に導波管7を通じてマイクロ波を導入し、プラズマ生成室1内にプラズマを生成させ、生成させたプラズマを励磁コイル4にて形成される、プラズマ引出口

1b前方の反応室2側に向うに従って磁束密度が低下する発散磁界によって反応室2内の試料15に向けて投射せしめ、反応室2内のガスをプラズマ分解し、試料15表面にシリコン酸化膜等の薄膜を形成せしめるようになっている。

(発明が解決しようとする問題点)

一般に半導体装置の製造装置においては高い生産能率を要求され、特に薄膜形成、エッチングの反応速度の向上が望まれている。しかし上述した如き従来プラズマ装置はこの要求に十分に應え得るものではなかった。

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、プラズマ生成効率を高めて高い生産能率を実現し得ると共に、膜の種類によらず安定して動作させ得るプラズマ装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明に係るプラズマ装置は、マイクロ波発生源を駆動して発せしめたマイクロ波をプラズマ生成室に導いて電子サイクロトロン共鳴によりプラ

ズマを生成すべくしたプラズマ装置において、それに導かれるマイクロ波電力に対して空洞共振器構造を有するプラズマ生成室と、商用周波数以上の周波数にてマイクロ波源を断続駆動する第1電源と、直流にてマイクロ波を連続駆動する第2電源と、第1、第2電源を切換えてマイクロ波源と接続する切換装置とを具備することを特徴とする。

即ち従来は定電圧の直流にて連続駆動していたマイクロ波源を商用周波数以上の周波数で断続駆動することをも切換えて可能とするのである。

(実施例)

以下本発明をその実施例を示す図面に基づいて詳述する。

本発明に係るプラズマ装置全体の構成は第1図に示したものと同様であり、相異なる部分はマグネトロン等マイクロ波源の電源18にある。

第2図はこの電源18の構成を示し商用周波数の三相交流電源181を平滑回路を備えた三相の全波整流回路182へ与え、第3図に示す如き直流電圧

を得、スイッチ19bを介してマイクロ波源11に与え得るようになしてあると共に、商用周波数の単相交流電源183を平滑回路を備えない単相の全波整流回路184へ与え、第5図に示す如き商用周波数の2倍の周波数を有する脈流状の電圧を得、これをスイッチ19aを介してマイクロ波源11に与え得るようになしてある。スイッチ19a,19bは相補的にオン、オフし、いずれか一方の電圧がマイクロ波源11に与えられる。

第4図、第6図は夫々第3図、第5図の電圧をマイクロ波源11に与えた場合のマイクロ波出力波形である。

第7図は本発明の電源の他の実施例を示しており、商用周波数の三相交流電源181を平滑回路を有する三相の全波整流回路182へ与えて第3図に示す如き直流電圧を得てこれをスイッチ19bを介してマイクロ波源11へ与えると共に、全波整流回路182出力をスイッチ19aを介してチョッパ回路185へ与えて第8図に示す如きパルス状の電圧を得、これをスイッチ19aを介してマイクロ波

源11へ与える。

スイッチ19b と 19a<sub>1</sub>、19a<sub>2</sub> とは相補的にオン、オフし、いずれか一方の電圧がマイクロ波源11に印加される。

第9図は第8図に示す電圧をマイクロ波源11に与えた場合のマイクロ波出力を示す。

第2図に示す実施例では単相交流電源183、全波整流回路184が前記第1電源に、また三相交流電源181、全波整流回路182が前記第2電源に相当し、第7図に示す実施例では三相交流電源181、全波整流回路182及びチョップ回路185が第1電源に相当し、三相交流電源181及び全波整流回路182が前記第2電源に相当する。

本発明の電源の構成は上記2実施例に限るものではなく、またそれらを切換えてマイクロ波源11に電力を供給せしめる切換装置も上記実施例のものに限らないことは言うまでもない。

以上の如き本発明装置はSi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等について成膜の能率を向上させるためには第1電源にてマイクロ波源11を駆動する。この駆動は断

続的なものとなるが、これによって後述する理由によって高い成膜能率と優れた物理特性とが得られる。一方アモルファスシリコン膜を形成する場合にはマイクロ波源の断続駆動ではプラズマ生成が不安定となるので、第2電源にてマイクロ波源11を駆動する。この駆動は従来同様の連続的な駆動である。

(効果)

第10図、第11図は本発明の効果を示すグラフであってSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>薄膜を形成した場合の(a)薄膜のBHFエッチング速度、(b)薄膜の屈折率、(c)薄膜形成速度を夫々示している。図中黒丸は従来装置によりマイクロ波源を直流にて連続駆動した場合の、白三角は60Hzにて断続駆動した場合の、また白丸は120Hzにて断続駆動した場合の結果を夫々示している。なお、第10図はマイクロ波電力が300Wの場合、第11図はマイクロ波電力が150Wの場合である。

両図の(a)をみると150Wの場合の高ガス圧(反応室内ガス圧)領域を除き白三角、白丸で示される本発明装置による場合の方が従来装置による場合

よりもBHFエッチング速度が低く、本発明による場合はより緻密な薄膜が形成されていることが解る。

また(b)に明らかな如く本発明装置による場合は屈折率1.95付近の安定した特性が得られる。

更に(c)をみると本発明装置による場合の方が成膜速度が高いことが解る。

このように本発明による場合は成膜の能率が高いだけでなく、薄膜の特性も向上するという利点がある。なお、エッチング装置においても従来装置よりもエッチング速度が向上し、またスパッタリング装置においても同じく薄膜形成速度が向上している。

なお、第10、11図から明らかな如く商用周波数による場合よりもその2倍周波数を用いる方が能率的である。

而して以上の如くマイクロ波源を断続駆動することによって高い能率が得られる理由について考察する。プラズマ生成室1はこれに導かれるマイクロ波電力に対して空洞共振器構造を有している。

これは従来装置同様である。然してマイクロ波源11を駆動してここにマイクロ波を導入すると共振が生じるが、電子サイクロトロン共鳴によってプラズマが生じるとプラズマ生成室1の共振条件が変化することとなり、爾後は駆動前の無プラズマ状態における場合の如き完全な共振状態が得られない。つまり、プラズマ生成室は無プラズマ状態において空洞共振すべく設計されているのでプラズマが生成してこれがマイクロ波伝播に影響を及ぼす状態下では設計どおりの空洞共振器として機能せず、従ってプラズマ生成能率低下を招来するのである。

従って従来装置の如く連続駆動する場合はこのような能率の低い状態が持続することになるのである。これに対して本発明装置の如く断続駆動する場合は駆動の都度プラズマ生成室は設計どおりの空洞共振器として機能するので高いプラズマ生成能率が得られ、その結果、高い成膜速度、エッチング速度が得られるのである。

これに対してアモルファスシリコンの成膜の場

合はこのような効果が得られず、プラズマが不安定となる。その理由は不明である。従って前述したようにこの場合は第2電源によりマイクロ波源を連続駆動するのである。

以上のように本発明による場合は高い成膜速度、エッチング速度を有する高能率の半導体装置の製造装置が得られ、しかもこれによって形成される半導体膜はその物理特性も優れており、また膜の種類によらず利用できるなど本発明は優れた効果を奏する。

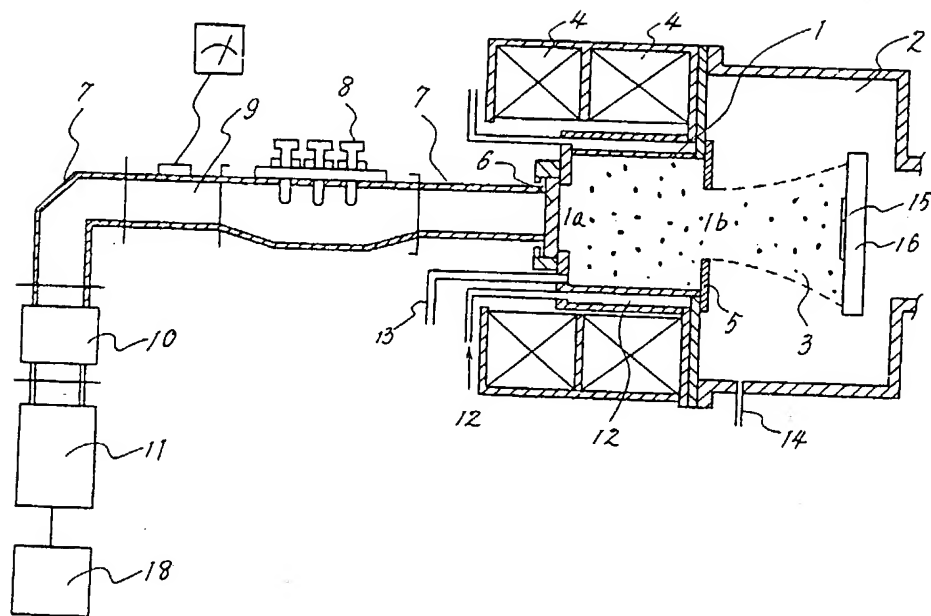
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はプラズマCVD装置の模式図、第2図は本発明装置の電源のブロック図、第3、5図はマイクロ波源の駆動波形図、第4、6図はマイクロ波の出力波形図、第7図は本発明の他の実施例の電源のブロック図、第8図はそのマイクロ波源の駆動波形図、第9図はそのマイクロ波の出力波形図、第10、11図は本発明の効果を示すグラフである。

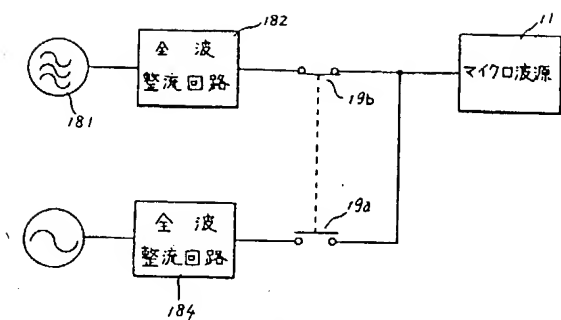
1…プラズマ生成室 2…反応室 7…導波管

11…マイクロ波源 18…電源 181…三相交流電源 182,184…全波整流回路 183…単相交流電源 185…チョッパ回路 19a,19a',19a,19b…スイッチ

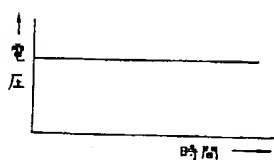
特許出願人 住友金属工業株式会社 外1名  
代理人 弁理士 河野登夫



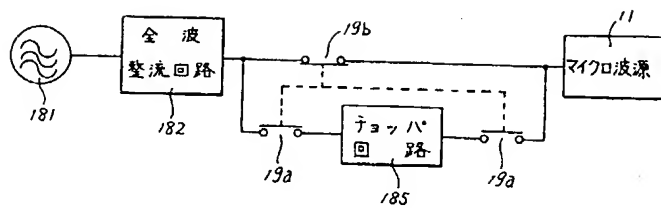
第 1 図



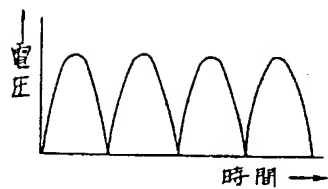
第 2 図



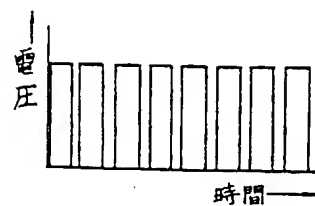
第 3 図



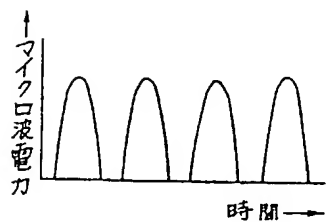
第 7 図



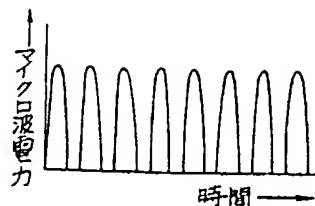
第 5 図



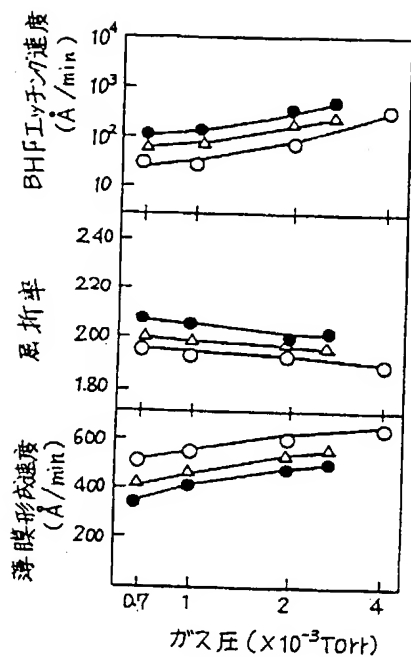
第 8 図



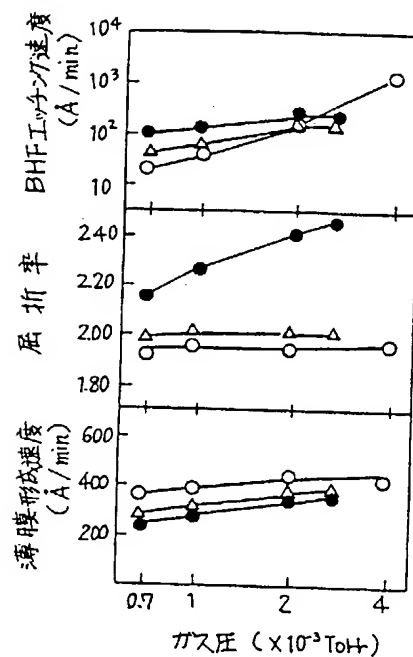
第 6 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図